

Солнцев Роман Викторович

Лесоводственная эффективность осушительной мелиорации
в заболоченных сосняках и на их вырубках
в условиях Среднего Урала
(на примере стационара «Северный»).

06.03.02. – Лесоведение, лесоводство,
лесоустройство и лесная таксация.

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Екатеринбург – 2014

Работа выполнена на кафедре лесной таксации и лесоустройства
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научный руководитель:	доктор биологических наук, профессор Чиндяев Александр Сергеевич
Научный консультант:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Нагимов Зуфар Ягфарович
Официальные оппоненты:	Дружинин Николай Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина», кафедра лесного хозяйства, профессор. Черепанова Ольга Евгеньевна, кандидат биологических наук, ФГБУ науки «Ботанический сад» Уральского отделения РАН, лаборатория популяционной биологии древесных растений и динамики леса, научный сотрудник
Ведущая организация:	ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Защита состоится «26» февраля 2015 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан « 24 » декабря 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент



А.Г. Магасумова

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Лесной фонд Среднего Урала характеризуется значительной представленностью заболоченных лесов (более 40%). Поэтому рациональное ведение лесного хозяйства в регионе невозможно без вовлечения их в хозяйственный оборот.

Одним из направлений повышения продуктивности избыточно увлажненных лесов, улучшения их структуры, сохранения биологического разнообразия является гидромелиорация. Это мероприятие особую значимость имеет в районах, в которых наблюдается истощение высокопродуктивных, доступных к освоению лесных насаждений. Однако, положительная роль осушения не ограничивается только повышением продуктивности насаждений, оно способствует улучшению их санитарно-гигиенических функций и увеличению рекреационной ёмкости территорий. Последнее приобретает особую актуальность в густонаселенных районах с развитой промышленностью, к которым, безусловно, относиться Средний Урал.

Вовлечение осушаемых лесов в хозяйственный оборот требует научно-обоснованных решений по проведению в них различных лесохозяйственных мероприятий, в частности рубок.

Поэтому в настоящее время важной задачей является изучение комплексного воздействия осушения и рубок древостоев на изменение природной среды, структуру и динамику различных компонентов лесоболотных биогеоценозов.

Степень разработанности темы исследований.

Гидромелиорация избыточно-увлажненных лесов в Российской Федерации имеет более чем вековую историю. Выполненная работа является продолжением исследований по осушительной мелиорации лесов, начатых на Среднем Урале в середине 70-х годов прошлого столетия сотрудниками ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» (УГЛТУ). Они проводились на стационарных объектах, заложенных под руководством А.С. Чиндяева [Маковский, 1974, 1981, 1986 и др.; Чиндяев, 1975, 1984, 1990, 1995, 2008; Дружинин, 1977; Залесов, 1990; Новогородова, 1992; Кряжевских, 1995; Иматова, 1997; Матвеева, 1998; Грозин, 2003 и др.]. Несмотря на достаточно большое количество исследований, ряд вопросов этой проблемы, в частности связанных с интенсивностью и продолжительностью гидромелиоративного воздействия на компоненты лесоболотных биогеоценозов и лесовосстановлением на осушаемых вырубках, требует дальнейшего изучения и обобщения.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель и задачи исследований.

Основная цель работы заключалась в оценке динамики водного режима и различных компонентов лесоболотного биогеоценоза под влиянием 20-летнего периода осушения и сплошной рубки древостоев на мелиорируемой территории.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследование влияния осушения на динамику гидрологического режима под пологом древостоев и на вырубках;
- изучение влияния уровня почвенно-грунтовых вод (ПГВ) на прирост деревьев по диаметру;
- оценка количественных и качественных показателей подроста под пологом древостоев и на вырубках в условиях длительного осушения;
- изучение лесорастительных свойств торфа под пологом древостоев и на вырубках осушаемой территории;
- исследование реакции живого напочвенного покрова (ЖНП) на осушение и рубку осушаемого древостоя.

Научная новизна

Впервые на Среднем Урале комплексно изучено влияние длительного осушения и сплошной рубки древостоя на динамику различных компонентов лесоболотного биогеоценоза. Выявлены закономерности трансформации гидрологического режима, особенности лесовозобновления, динамика видового состава и фитомассы ЖНП, изменение водно-физических и агрохимических свойств торфа под пологом древостоев и на вырубках в результате длительного последствия осушения. Установлены особенности изменения прироста деревьев сосны под влиянием осушения. Определено влияние расстояния между осушителями на режим ПГВ и динамику различных компонентов осушаемого лесоболотного биогеоценоза.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные материалы о динамике ПГВ и различных компонентов лесоболотного биогеоценоза в результате длительного последствия осушения могут быть использованы в качестве теоретической базы для разработки рекомендаций по мелиорации и ведению хозяйства в мелиорируемых лесах.

Обоснованы оптимальное расстояние между осушителями и эффективность проведения сплошных рубок спелых сосняков на осушаемых территориях.

Теоретические и практические результаты исследований используются в научно-исследовательской работе (НИР) и учебном процессе УГЛТУ.

Методология и методы исследований

Исследования базируются на комплексном подходе оценки лесных насаждений на стационарных объектах осушения. В работе использовались апробированные методики, применяемые в лесоведении, лесоводстве, лесной таксации и почвоведении.

Положения, выносимые на защиту:

1. Трансформация гидрологического режима в осушаемых лесах зависит от расстояния между осушителями и имеет отличительные особенности под пологом древостоев и на вырубках.

2. В процессе осушения лесоболотных биогеоценозов лесовозобновление на вырубках протекает более успешно, чем под пологом спелых древостоев.

3. Осушение оказывает существенное влияние на видовой состав и фитомассу ЖНП; эти показатели ЖНП зависят от расстояния между осушителями и изменяются в условиях сплошной вырубки.

4. Изменение агрохимических показателей торфа в результате осушения имеет особенности под пологом древостоя и на вырубках.

Степень достоверности результатов подтверждается многолетними наблюдениями на стационарном объекте, достаточным объемом экспериментального материала, собранного с использованием апробированных методик, а также применением современных математических методов и компьютерных программ при обработке исходных данных и интерпретации полученных результатов.

Апробация работы

Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на международных (Екатеринбург, 2007; Новосибирск, 2014) и всероссийских (Екатеринбург, 2006, 2007, 2008; Казань, 2006) научных и научно-технических конференциях.

Основные положения диссертации изложены в 9 печатных работах, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией РФ.

Личный вклад автора

Сбор значительной части экспериментального материала выполнен лично автором или при его непосредственном участии. Часть исходного материала была предоставлена сотрудниками кафедры лесных культур и биофизики УГЛТУ.

Автором выбран методический подход для решения программных вопросов, проведена камеральная обработка экспериментального материала, сформулированы выводы и научные положения.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 7 глав, основных выводов и рекомендации, списка использованной литературы с 244 наименований, в том числе 4 на иностранных языках. Основной материал изложен на 147 страницах машинописного текста, включает 39 таблиц, 29 рисунков.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Многочисленные наблюдения гидрологического режима объектов осушения в различных географических районах [Пьявченко, 1967; Зырянов, 1973; Вомперский, 1975; Сабо, 1981; Залитис, 1983; Ефремов, 1987; Красильников, 1993; Корепанов, 1994; Чиндяев, 1995, 2008; Тараканов, 2004 и др.] показали, что динамика уровня ПГВ на них характеризуется общей закономерностью [цит. по Вомперский, 1975]: это повышение уровня ПГВ весной, летний минимум, осеннее повышение и зимний минимум.

Установлено, что после изменения гидрологического режима реакция древостоев на осушение зависит от интенсивности осушения [Елпатьевский, 1957, 1964; Пьявченко, 1962; Буш, 1968, 1970; Вомперский, 1968; Бабилов, 1979; Дружинин, 1982; Медведева, 1985; Красильников, 1988], биологии и возраста древесной породы, условий местопроизрастания [Рубцов, 1981; Ефремов, 1987; Смирнов, 1987; Чиндяев, 2008]. Кульминация реакции древостоев наблюдается на 10 – 15 год осушения, а на 20-й происходит ее снижение [Харитонов, 1982; Дружинин, 1994; Феклистов, 1996; Тараканов, 2004]. В последующие годы темпы прироста по запасу падают и спелые древостои рекомендуется вырубать, способствуя тем самым улучшению роста и развитию подроста [Пятецкий, 1976; Кузнецова и др., 1977; Попов, 1996].

Естественное возобновление под пологом древостоев на осушаемых сфагновых болотах протекает в основном успешно [Рубцов, 1961; Сабо, 1966; Елпатьевский и др., 1970а; Медведева, 1978, Артемьев и др., 1980, Раткевич и др., 1980; Чиндяев, 1990; Феклистов и др., 1995; Коханский, 2000], но в основном только сосной, в течение 10 – 30 лет [Рубцов, 1961; Ефремов, 1972; Елпатьевский и др., 1978].

После проведения рубок в осушаемых насаждениях за 15 – 30 лет формируется сосновый подрост густотой 12 тыс.экз./га и более [Heikureinen, 1971; Вайнблат, 1982; Медведева, 1978, 1989; Чиндяев, 1995] с улучшенными биометрическими показателями [Кощеев, 1960; Молчанов, 1961; Рахтеенко, 1963; Орлов, 1968; Вомперский, 1968; Згуровская, 1973; Елагин, 1976; Иматова, 1997; Грозин, 2003; Порошилов, 2007]. Отмечается, что из-за высокой густоты и конкуренции за элементы питания с увеличением возраста подроста под пологом древостоя и на вырубках осушаемых лесов наблюдается значительное его отмирание [Пьявченко, 1960; Згуровская, 1962; Медведева, 1989; Чиндяев, 2008].

Под влиянием осушения, происходят изменения лесорастительных свойств торфа [Пятецкий, 1967; Вомперский, 1968; Медведева, 1971; Ефремов, 1975; Пьявченко, 1985; Чиндяев, 1995], а так же фитомассы и состава подроста и ЖНП [Нешатаев, 1986; Маковский и др., 1989; Новогородова, 1994; Красильников и др., 1996].

Несмотря на большое количество исследований, посвященных гидромелиорации избыточно-увлажненных лесов, многие аспекты этой проблемы требуют дальнейшей научной разработки или совершенствования в соответствии с новыми экологическими требованиями [Тараканов, 2004].

ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Природные условия района исследований

Район исследований расположен в южнотаёжном округе Зауральской холмисто-предгорной провинции Сибирской равнинной лесной области [Колесников и др., 1973]. По схеме районирования торфяных ресурсов он

находится на западной окраине Тагильско-Режевского болотного района, расположенного на восточном склоне Уральского хребта в пределах предгорной равнины в области увалисто-холмистого и плоскоравнинного рельефа [Тюремнов, 1976]. Торфяные болота этого района образованы преимущественно путем заболачивания озер, межуальных понижений, древних ложин стока и других отрицательных элементов рельефа.

Климатические условия района работ: количество осадков за год составляет в среднем 536 мм, за вегетационный период – 343 мм; средняя годовая температура воздуха – 1,2°C, за вегетационный период – 12,9°C; безморозный период – 49 – 126 дней, в среднем – 86 дней; мощность снежного покрова составляет 52 см, с плотностью 0,19 г/см³ и запасом воды в снеге 97 мм.

2.2. Характеристика объекта исследований

Исследования выполнены с 2005 по 2008 гг. на стационаре «Северный». Он заложен зимой в 1987 – 1988 гг. под руководством проф. А.С. Чиндяева на территории Северского (кв. 28, 33) и Паркового (кв. 1, 2, 13, 14) лесничеств Уральского учебно-опытного лесхоза (УУОЛ). Его площадь составляет около 120 га. Осушение выполнено системой открытых каналов с расстоянием между ними от 64 до 210 м (рисунок 1).

Насаждения постоянных пробных площадей (ППП), расположенных на середине межканальных расстояний, по состоянию до осушения, имели следующие характеристики: типы леса – сосняки кустарниково-осоковый, кустарниково-сфагновый, багульниковый; класс бонитета – V – Va; средний диаметр – 9,8 – 14,2 см; средняя высота – 6,6 – 13,6 м; средний возраст – 96 – 110 лет; полнота – 0,72 – 0,95; густота – 2,0 – 3,4 тыс. деревьев на 1га; запас – 104 – 205 м³; количество подроста – от единично до 8,1 тыс. экз./га.

Травяно-кустарничковый покров – типичный для болот с сильно разреженным моховым покровом. Торф – сфагновый и фускум, мощностью 1,5 – 7,0 м, со степенью разложения 33 – 62%, с pH – 3,0 – 3,1 и зольностью 3 – 15%.

На стационаре на двух его специально выбранных участках под руководством проф. А.С. Чиндяева в 1988 г были проведены опытные сплошные рубки.



Рисунок 1. Схема осушительной системы и опытных объектов стационара «Северный»

Вырубка первая (В-1) шириной 30 м, длиной 58 м расположена между осушителями с расстоянием между ними 64 м. Вырубленный древостой характеризовался следующими показателями: тип леса – сосняк кустарничково-сфагновый (С.к.-сф.); класс бонитета – Va, средний диаметр – 10,8 см; средняя высота – 7,6 м; средний возраст – 95 лет; полнота – 0,59; густота – 1,9 тыс. деревьев на 1 га.; запас – 83 м³, количество подроста – 8,6 тыс. экз./га.

Вырубка вторая (В-2) длиной 90 м, шириной 30 м примыкает к магистральному каналу. Расстояние между каналами – 210 м. Характеристика древостоя до рубки: тип леса – сосняк осоково-кустарничковый (С.ос.-к.); класс бонитета – V; средний диаметр – 14,2 см; средняя высота – 13,6 м; средний возраст – 110 лет; полнота – 0,95; густота – 2,0 тыс. деревьев на 1 га.; запас – 205 м³, количество подроста – 2,5 тыс. экз./га. При рубке древостоя подрост не сохранился.

ГЛАВА 3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. ОБЪЕМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Программа исследований составлена в соответствии с поставленными задачами и направлена на выполнение основной цели работ. При выполнении работ использовались известные, апробированные методики.

Оценка уровня ПГВ осуществлялось по рекомендациям СевНИИ-ГиМа [Краткие методические указания ..., 1951; С.Э. Вомперский, 1964].

Реакция древостоя на осушение изучалась на ППП. Они закладывались с учетом требований ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки». У модельных деревьев кроме основных таксационных показателей, определялась величина прироста по кернам и на спилах на измерительном комплексе Lintab в лаборатории дендрохронологии Института Экологии Растений и Животных Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург) по методике проф. С.Г. Шиятова и др. [2000].

Лесовозобновление изучалось с учетом методических рекомендаций И.С. Мелехова [1962], А.В. Побединского [1966] и требований Приказа МПР РФ от 16.07.2007 г. № 183.

Оценка подроста под пологом древостоев и на вырубке В-1 проводилась в границах пробных площадей путем сплошного перечета. На вырубке В-2 эти работы осуществлялись на лентах шириной 15 м, расположенных перпендикулярно длинной стороне вырубки и на одинаковом расстоянии друг от друга (15 м). Общая площадь этих лент составляет не менее 30% от общей площади вырубки В-2. При учете подрост распределялся на группы высот: I группа высотой до 0,50 м; II – 0,51 – 1,00 м; III – 1,01 м – и выше [Карманова, 1970].

Для сравнительной оценки лесовозобновления на рубках на расстоянии 20 м от них вдоль западной границы под пологом древостоев закладывались контрольные учетные ленты шириной 10 м.

Изучение корневых систем осуществлялось по методике В.А. Колесникова [1972] и М.И. Калинина [1978, 1983]. Фитомасса и сезонный прирост в высоту подроста оценивались с учетом методических рекомендаций А.А. Молчанова, В.В. Смирнова [1967]. На срезе корневой шейки устанавливался возраст подроста.

Водно-физические свойства торфа определялись по методикам В.Г. Минеева, [1989] и И.С. Кауричева, [1973]. Определение агрохимических свойств торфа выполнялось в ФГУ ГЦАС «Свердловский».

Живой напочвенный покров изучался по методике Л.А. Гришиной, Е.М. Самойловой (1971) с учетом шкалы Друде.

В качестве контроля использовалась ППП, заложенная проф. А.С. Чиндяевым в 1995 г на неосушенном сфагновом болоте в кв. 1 Паркового лесничества УУОЛ.

В соответствии с программой исследований выполнен следующий объем работ:

- 1) проведена повторная таксация 36 ППП;
- 2) заложено 6 учетных лент;
- 3) на 12 гидростворах стационара изучалась динамика уровня ПГВ; дополнительно заложен один гидроствор;
- 4) на 4 ППП проведен анализ хода роста 12 модельных деревьев, у 81 растущего дерева на 9 ППП взяты керны для изучения радиального прироста;

5) в границах 10 ППП проведен сплошной учет подроста по количеству, жизнеспособности и породе, а на вырубке В-2 эти работы выполнены на 3 учетных лентах шириной 15 м и длиной, равной ширине вырубки;

6) на 5 ППП у 75 модельных экземпляров подроста определены следующие показатели: порода, жизнеспособность, высота, диаметр шейки корня, возраст, фитомасса по фракциям, форма и развитие корневой системы;

7) выполнено 15 прикопок по горизонтам (0 – 10 см, 11 – 20 см, 21 – 30 см);

8) на 4 ППП заложено 100 учетных площадок на изучения живого напочвенного покрова.

ГЛАВА 4. ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА ПГВ И ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТОРФА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСУШЕНИЯ

4.1. Динамика уровня почвенно-грунтовых вод

Проведенные нами исследования подтвердили, что колебание уровня ПГВ на объекте исследований подчиняется известной закономерности. Весной с марта по апрель он резко повышается (в среднем на 7 см) и в мае достигает максимального значения (13 – 26 см). В последующем (после весеннего максимума) уровень ПГВ постепенно снижается. В августе наступает летний минимум, с уровнем 38 – 63 см. Осеннее повышение уровня ПГВ наблюдается в сентябре – октябре (27 – 52 см). После этого повышения он постепенно снижается до наступления зимнего минимума в феврале – марте (21 – 74 см) (рисунок 2). За весь период наблюдений средний уровень ПГВ на середине межканального пространства составил $29,4 \pm 3,7$ см с коэффициентом вариации (CV) – 22,9%.

Средневегетационный уровень ПГВ на середине межканального пространства зависит от величины межканального расстояния. Достоверность различий между уровнями ПГВ доказывается на 5% уровне ($t_{\phi} = 2,06 - 3,12 > t_{0,05}$). Так, уровень ПГВ при расстоянии между каналами 192 – 210 м располагался в среднем на глубине 26,0 см, при расстоянии 164 – 172 м – 36,8 см, а при расстоянии 64 – 66 м – 31,4 см.

Связь уровня ПГВ с межканальным расстоянием слабая, отрицательная. Коэффициент корреляции (R) составляет -0,29.

Уровень ПГВ на вырубках всегда выше, чем под пологом древостоя. Различия по этому показателю между вырубкой и сомкнутым насаждением в вегетационный период составляют всего 2 – 4 см, а зимой достигают более значительных величин (до 50 см) и доказываются статистически.

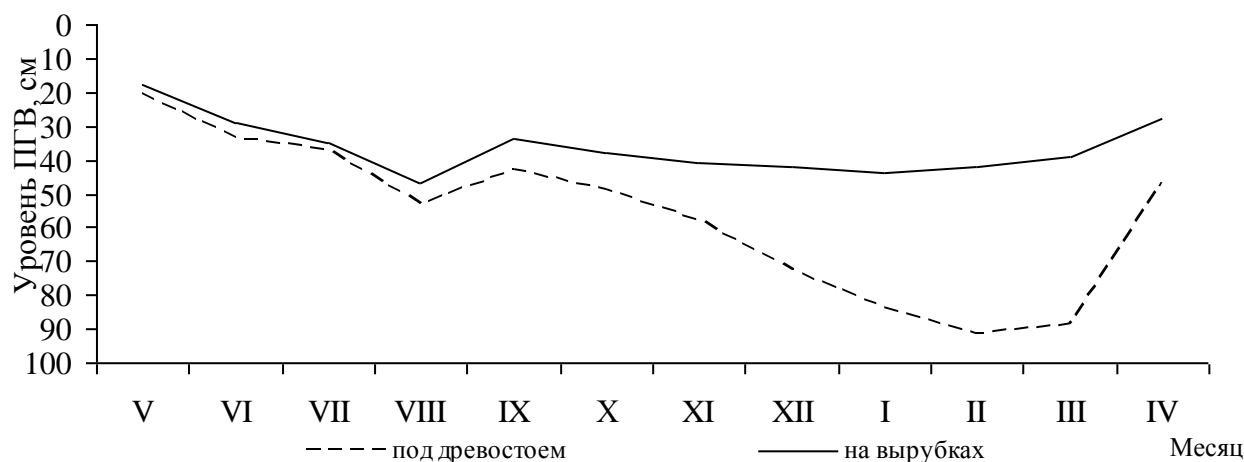


Рисунок 2. Динамика уровня ПГВ в осушаемых древостоях за 2005 – 2008 гг.

4.2. Эффективность работы осушительных каналов и норма осушения

Эффективность работы осушительной сети выявлялась по кривой депрессии уровня ПГВ [Бабинов, 1984]. На исследуемом объекте депрессия обладает малым понижением уровня ПГВ по поперечному межканальному профилю. Так, понижение уровня ПГВ от середины гидроствора (0,5L) до скважины (0,05L) происходит всего на 0,8 – 22,0 см ($CV = 19,2 – 24,5\%$). Только вблизи канала (0,01L) этот показатель существенно падает ($t_{\phi} = 1,72 – 7,15 > t_{0,10}$) – на 1,1 – 57,9 см (рисунок 3).

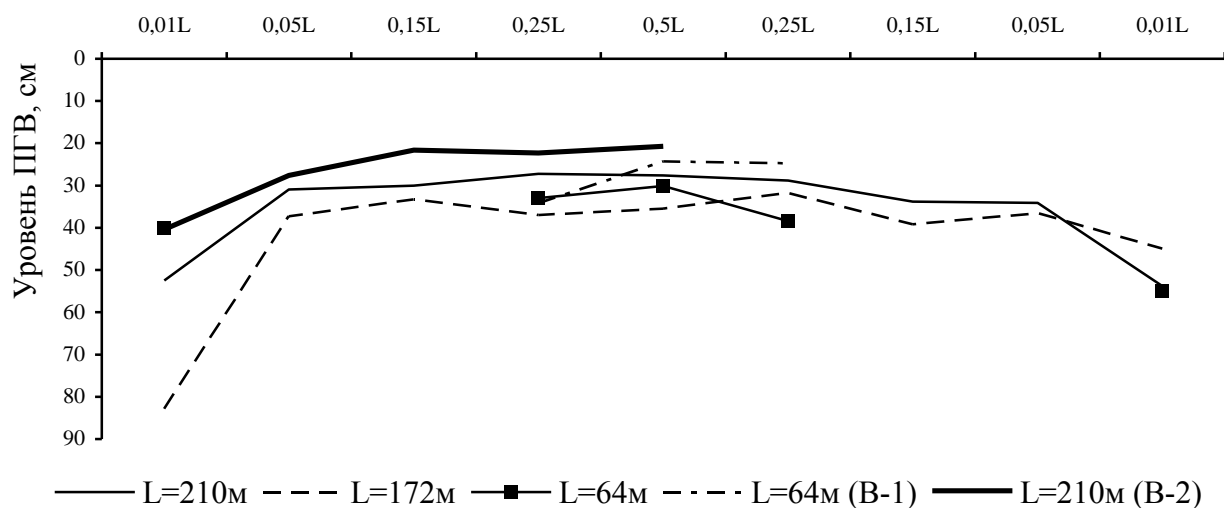


Рисунок 3. Кривая депрессии уровня ПГВ при разном расстоянии между каналами (L)

В вегетационный период норма осушения под пологом древостоев, равная в данных условиях – 30 см [Вомперский, 1968; Сабо, 1983; Бабинов, 1993], при расстоянии между каналами 192 – 210 м имела обеспеченность – 33%, 164 – 172 м – 66%, 64 – 66 м – 50%.

На вырубке В-1 с межканальным пространством 64 м обеспеченность составила 50%, на вырубке В-2 с расстоянием 210 м – 25%.

4.3. Изменение лесорастительных свойств сфагнового торфа

В варианте опыта с расстоянием между каналами 172 м на 20-й год осушения произошло увеличение объемной массы торфа (на 0,01 г/см³), уменьшение удельной массы (на 0,01 г/см³), пористости (на 5%) и влагоемкости (на 180%). На остальных объектах водно-физические свойства торфа остались практически на прежнем уровне. Возможно, это связано с меньшей обеспеченностью на них нормы осушения. В связи с улучшением роста древостоев и, возможно, с усилением процесса вымывания, первоначальное количество золы уменьшилось в среднем на 41,9%.

Осушение существенно изменяет агрохимические показатели торфа. На осушаемом болоте по сравнению с неосушаемым (контролем) он содержит в 2 раза меньше подвижного фосфора (от 0,24 до 2,75 мг/100 г.), в 1,5 больше подвижного калия (от 6,05 до 52,1 мг/100 г.), от 1,5 до 6 раз меньше аммонийного и нитратного азота. По процентному содержанию зольных веществ различия между сравниваемыми объектами несущественны.

В пределах осушаемого болота на лесорастительные свойства торфа оказывает влияние вырубка древостоя. На вырубке по сравнению с древостоем торф содержит больше подвижного фосфора (на 0,35 мг/100 г.), азота аммонийного (на 9,22 мг/100 г.) и азота нитратного (на 3,21 мг/100 г.), меньше подвижного калия (на 3,1 мг/100 г.) и щелочногидрализованного азота (на 5,64 мг/100 г.). Кислотность ниже на 0,2 – 0,3 (2,8 – 3,0 pH).

Торф на вырубках содержит в среднем на 39% больше зольных веществ, чем под пологом осушаемых и неосушаемых древостоев. Он имеет большую объемную (на 0,01 г/см³) и удельную (на 0,01 г/см³) массу, а также пористость (на 1,66%) и влагоемкость (на 136,5%).

Таким образом, вырубка древостоя на осушаемом болоте улучшает лесорастительные свойства торфа и условия для последующего естественного лесовозобновления.

ГЛАВА 5. РЕАКЦИЯ ДРЕВОСТОЕВ НА ОСУШЕНИЕ

В специальной литературе отмечается, что эффективность осушения зависит от многих факторов: климатических условий, потенциального плодородия почв, возраста древостоев, интенсивности осушения и т.д. Представление о влиянии осушения на показатели исследуемых древостоев можно получить из данных таблицы 1.

Наиболее выражена реакция на осушение сосняка багульникового, расположенного на середине межканального пространства на расстоянии 32 м от осушителя. Здесь за 19-летний период осушения заметно увеличились все таксационные показатели древостоя: средний диаметр – на 1,3 см (12,3%), средняя высота – на 1,5 м (17,6%), относительная полнота – на 0,12 (16,6%) и запас – на 20 м³ (19,2%).

Таблица 1. – Таксационная характеристика древостоев до и после осушения

№ ППП	Тип леса	Средние			Пол нота	Класс бони- тета	Запас, м ³ /га	Расстоя- ние до канала, м
		Д, см	Н, м	А, лет				
до осушения								
2	С.ос.-к.	14,2	13,6	110	0,95	V	205	105
14Д	С.бг.	10,5	8,5	110	0,72	Va	104	32
23	С.к.-сф.	9,8	6,6	107	0,77	Va	109	86
К	С.к.-сф.	13,0	9,1	105	0,55	Va	66	Контроль
через 19 лет после осушения								
2	С.ос.-к.	14,7	14,2	130	0,99	V	219	105
14Д	С.бг.	11,8	10,0	130	0,84	Va	124	32
23	С.к.-сф.	10,9	8,0	127	0,66	Va	80	86
К	С.к.-сф.	13,3	9,6	125	0,61	Va	76	Контроль

Показатели сосняка осоково-кустарничкового также изменились в сторону повышения, однако в значительно меньшей степени (несмотря на более высокий класс бонитета): средний диаметр на 0,5 см (3,5%), средняя высота – на 0,6 м (4,4%), относительная полнота – на 0,04 (4,0%) и запас на 14 м³ (6,8%). Это связано с большей удаленностью ПП от осушителя. В сосняке кустарничково-сфагновом, расположенного на расстоянии 86 м от осушителя, увеличились только средний диаметр (на 1,1 см или 11,2 %) и средняя высота (на 1,4 м, 21,2%) древостоя, а полнота и запас – уменьшились вследствие проведения выборочной рубки. Таксационные показатели древостоя контрольной пробной площади также имеют положительную динамику: средний диаметр увеличился на 0,3 см (2,3%), средняя высота – на 0,4 м (5,5%), полнота на 0,06 (11,0%) и запас – на 10 м³ (15,0%).

В целом представленные материалы свидетельствуют, что эффект от осушения сосняков примерно одинакового возраста в значительной мере зависит расстояния между каналами. Однако, сравнение динамики таксационных показателей осушаемых и неосушаемых древостоев свидетельствует, что даже в интенсивно осушаемой зоне реакция древостоев на осушение не столь значительна. В первую очередь это связано с высоким возрастом исследуемых сосняков.

Одним из распространенных способов оценки реакции древостоев на осушение является анализ прироста их по диаметру. Известно, что деревья разных рангов не одинаково отзываются на осушение. Поэтому при изучении прироста по диаметру в каждом варианте опыта деревья распределялись на 3 группы по толщине.

Достоверно ($t_{\phi} = 4,5 > t_{0,05}$) лучший рост древостоев по диаметру за весь период осушения выявлен при расстоянии между каналами 172 м. В

этом варианте прирост деревьев разных рангов увеличился с 0,2 – 0,8 до 0,4 – 1,2 мм. Наилучший прирост имели деревья диаметром 10 – 12 см (крупные и средние), растущие рядом с каналом. Во всех остальных вариантах было зафиксировано увеличение прироста у деревьев разной толщины с 0,2 – 0,5 до 0,3 – 0,6 мм. Здесь также лучший прирост имели деревья растущие вблизи канала.

Разные результаты по вариантам осушения объясняются зависимостями прироста от уровня ПГВ ($R = 0,23 - 0,88$) и возраста деревьев ($R = 0,98$).

Динамика прироста древостоев по диаметру до и после осушения представлена на рисунке 4.

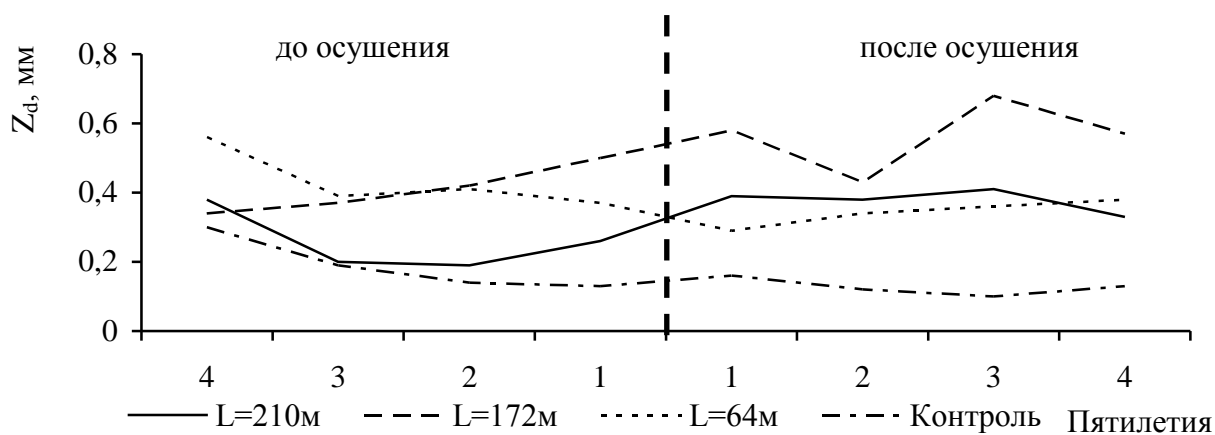


Рисунок 4. Прирост по диаметру древостоев до и после осушения по пятилетиям при различном расстоянии между каналами (L)

Увеличение прироста древостоев по диаметру после осушения в основном проявляется с начала второго пятилетия. Кульминация положительной динамики прироста, связанной с осушением, наблюдается на 12 – 13 год. После этого этот показатель постепенно снижается, приближаясь к величине прироста до осушения. На контрольной пробной площади таких колебаний прироста не наблюдается.

Отмеченная динамика прироста древостоев по диаметру после осушения подтверждается данными анализа хода роста средних модельных деревьев (55 – 60) рангов, взятых в каждом варианте осушения.

Анализ и сопоставление абсолютных значений прироста древостоев по диаметру до и после осушения свидетельствуют о достаточно слабой реакции их на осушение даже в наиболее благоприятных условиях, созданных в результате осушительной мелиорации.

Таким образом, эффективность проведенного осушения в исследуемых сосняках в плане накопления стволовой древесины невысока. Это объясняется достаточно высоким возрастом осушаемых древостоев, а также низким потенциальным плодородием торфа верховых болот.

ГЛАВА 6. ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЕВ И НА ВЫРУБКАХ

6.1. Количественные и качественные показатели подроста под пологом древостоев и на вырубках

Лесовозобновление под пологом древостоев и на вырубках имеет отличительные особенности.

Под пологом древостоев всходы и подрост выявлены составом 10С. Количество всходов (14,5 – 17,6 тыс. экз./га) почти в 10 раз больше, чем на вырубках (1,1 – 2,1 тыс. экз./га). Доля всходов сосны второго года жизни под пологом древостоя составляет в среднем 11%, а на вырубках – 30%. Подобный факт отмечался и на других объектах осушения [Пятецкий, 1962; Бельков и др., 1977; Елпатьевский и др., 1978; Медведева, 1989; Сергиенко и др., 2009]. Видимо это объясняется разрастанием ЖНП и образованием плотной дернины на вырубках, которая препятствует в дальнейшем появлению всходов, но является достаточно благоприятной средой для хорошей их сохранности [Елпатьевский, 1978].

Количество подроста под пологом осушаемых древостоев колеблется от 0,01 до 1,63 тыс. экз./га. Оно за 20-летний период осушения уменьшилось почти в 10 раз. В год обследования усохшего подроста насчитывалось от 0,01 до 2,33 тыс. экз./га. Не зависимо от межканального расстояния и удаленности от канала на этот процесс полнота древостоя оказывает более существенное влияние ($R = 0,98$), чем уровень ПГВ ($R = 0,20$). Наибольшее количество подроста (43,2 – 83,1%) сосредоточено в группах высот до 0,5 м и от 0,51 до 1,00 м. Максимальный возраст подроста составляет 42 года.

На вырубках в течение первых 10 лет осушения наблюдается существенное увеличение количества подроста: на первой вырубке – с 8,6 до 33,6 тыс. экз./га, а на второй – до 17,4 тыс. экз./га. К концу второго десятилетия оно снижается до 3,6 – 8,1 тыс. экз./га. Это объясняется усилением конкурентных взаимоотношений, а также интенсивностью осушения.

На вырубках сформировавшийся подрост имеет смешанный состав (6-8Б 4-2С ед.Е,Лц) и более сложную возрастную и высотную структуру, чем под пологом древостоев.

На вырубке В-1 наибольшее количество подроста березы (25,4%) сосредоточено в группе высот от 1,01 до 1,50 м, сосны (68,6%) – в группе высот до 0,50 м, ели (50%) – в группе высот от 1,01 до 1,50 м, лиственницы (85%) – в группе высот до 0,5 м. Различия между вырубками В-1 и В-2 по высотной структуре подроста не существенны.

В целом на вырубках наибольшее количество подроста березы и сосны представлено растениями, сформировавшимися сразу после начала осушения, а ели и лиственницы – с начала 2-го десятилетия. На наш взгляд, это свидетельствует о существенном улучшении лесорастительных условий на вырубках после 10-летнего периода осушения.

Несмотря на то, что на вырубках практически весь подрост сосны можно считать жизнеспособным, он испытывает достаточно сильное угне-

тение со стороны подроста березы. Это объясняется тем, что темпы роста березы на вырубке значительно выше, чем сосны. Некоторые исследователи [Бельков и др., 1977] указывают, что в подобных условиях на отставание сосны от березы в росте по высоте и диаметру значительное влияние также оказывает разрастание ЖНП. Вышеуказанное свидетельствует о необходимости проведения рубок ухода не позднее, чем через 10 лет после рубки древостоев на мелиорируемых территориях. Такого мнения придерживаются многие авторы [Красильников, 1998; Соколов, 2009; и др.].

На контрольной пробной площади количество жизнеспособного подроста (10С) составляет всего 0,57 тыс. экз./га, он имеет среднюю высоту 106,7 см.

6.2. Динамика сезонного роста подроста и его годичный прирост по высоте

В первое пятилетие осушения прирост подроста сосны по высоте увеличился в 1,4 – 2 раза по сравнению с пятилетием до осушения, и в 1,6 – 1,9 раза – по сравнению с контрольной пробной площадью. Абсолютная величина годичного прироста по высоте на вырубке В-2 составлял от 3,71 до 14,29 см, а под пологом древостоев от 1,21 до 6,06 см. При этом подрост I группы высоты увеличил прирост до 194%, а II группы на 161 – 187% [Иматова, 1997].

На вырубках начало формирования прироста по высоте в период с 2006 по 2008 гг. отмечено с третьей декады мая (рисунок 5).

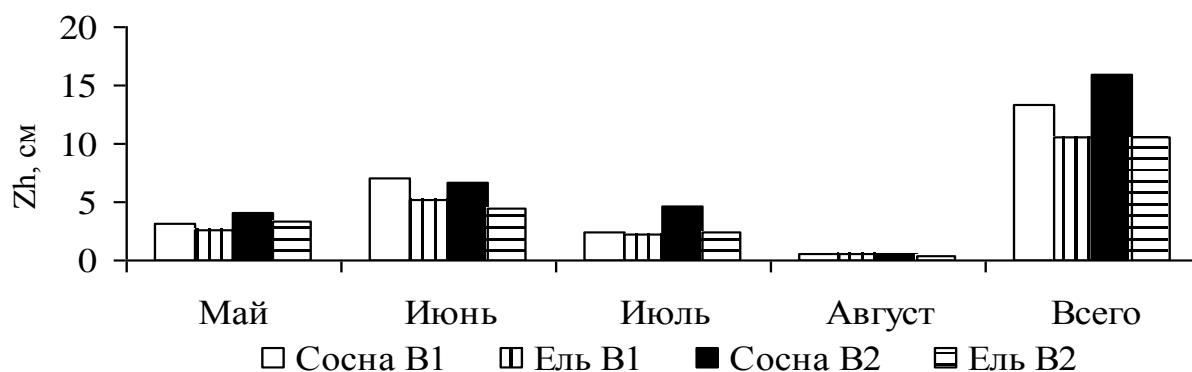


Рисунок 5. Темпы прироста подроста по высоте на вырубках в 2006 г

Наиболее интенсивен прирост в июне, высокие темпы его сохраняются по первую декаду июля. Резкое снижение прироста наблюдается с начала августа, а к концу этого месяца он практически прекращается. Подобная динамика сезонного роста подроста по высоте отмечается и другими исследователями [Дружинин, 1989 и др.]. В целом продолжительность роста подроста в высоту в эти годы увеличилась в среднем на 30 дней, составила 92 – 109 дней.

Под пологом древостоя прирост подроста по высоте в среднем равен 1,2 см, у ед. экз. – 9,2 см.

На сплошных вырубках за последние 10 лет осушения прирост подроста сосны по высоте увеличился в 3 – 6 раз, с 5 см до 15 – 30 см (в сред-

нем за сезон на 13,1 см). Таким образом, прирост подроста сосны по высоте на вырубках значительно выше, чем под пологом древостоя.

Подрост сосны отличается более высоким приростом по высоте, чем подрост ели (рисунок 5). Превосходство соснового подроста над еловым по этому показателю в среднем составляет 33%.

Прирост подроста сосны на вырубке В-2 несколько выше (в среднем на 2,4 см), чем на вырубке В-1. Это является следствием более высоких лесорастительных свойств торфа на первом объекте.

6.3. Строение корневых систем подроста сосны

В целом по стационару за 20-летний период осушения у подроста сосны сформировалась поверхностная корневая система с характерным искривлением нижней части стволика, находящейся в моховом очесе.

Корневая система достигает 3 – 5 опорными корнями глубины 3 – 9 см в зоне наиболее благоприятного водно-воздушного режима. Стержневой корень образует сбежистую форму с окончанием в виде метелки по типу В [Вомперский, 1968] и форму типа Д, у которой стержневой корень отсутствует или имеет вид горизонтального корня с поперечным сечением формы эллипса или плоского, слабо выраженного двутавра. Только у подроста группы высот до 0,5 м форма поперечного сечения корней – округлая. Выше опорных корней на 2 – 4 см формируются придаточные корни.

Связь между глубиной проникновения корней подроста и уровнем ПГВ средней тесноты. Коэффициент корреляции в разных вариантах объекта колеблется от 0,31 до 0,57.

В целом по стационару длина распространения корневой системы подроста на 20-й год осушения составляет от 7,4 до 75,3 см. У подроста первой группы высот она варьирует от 7,4 до 41,5 см, второй группы – от 14,6 до 61,7 см, третьей группы – от 42,1 до 75,3 см.

По сравнению с данными И.А. Иматовой [1997], полученными на 7 год осушения, и под пологом древостоя и на вырубке подрост сосны отличается меньшим размахом распространения корней, меньшей их фитомассой и меньшим их углублением. Подобные данные получены и другими исследователями [Калинин, 1983; Бабилов, 1993].

На вырубках корневая система подроста сосны отличается меньшей длиной (на 5,0 см), большей глубиной проникновения (на 2,2 см) и массой (на 27,24 г.), чем под пологом древостоя.

Особенности развития корневой системы подроста в различных вариантах опыта обусловлены эдафическими условиями и густотой подроста.

6.4. Динамика фитомассы подроста сосны

Под пологом древостоя фитомасса подроста на 20 год после осушения в разных вариантах опыта в среднем составила: у первой группы высоты от 3,54 до 7,74 г., у второй от 22,77 до 50,60 г., у третьей от 97,62 до 139,38 г. По сравнению с данными, полученными И.А. Иматовой [1997] на

7 год осушения, фитомасса подроста уменьшилась: у первой группы высоты в среднем на 5,56 г., у второй – на 7,60 г., у третьей – на 10,52 г.

На вырубках фитомасса подроста значительно выше, чем под пологом древостоя. У подроста первой группы высоты она составила в среднем 7,18 – 17,63 г., у второй – 51,90 – 55,01 г., у третьей – 341,13 – 715,05 г. По сравнению с данными полученными на 7 год осушения [Иматова, 1997] фитомасса подроста первой и второй групп высоты уменьшилась, соответственно, на 6,62 и 89,29 г., а третьей группы увеличилась на 90,23 г. Повышение фитомассы возможно произошло за счет адаптации подроста в течение 10 лет после рубки древостоя.

Масса корней подроста на 20-й год после осушения в различных вариантах опыта в среднем составляет: у первой группы высот – от 0,93 до 2,67 г.; у второй – от 7,25 до 34,28 г.; у третьей – от 23,84 до 129,73 г.

Из всех фракций фитомассы подроста наибольший интерес представляет масса хвои (ассимиляционного аппарата). Она у подроста на вырубках в среднем в 2 раза выше, чем у подроста под пологом древостоев. Это свидетельствует о том, что ростовые процессы на вырубках протекают значительно интенсивнее.

В целом, сформировавшийся на 20-й год осушения подрост, на вырубках отличается значительно лучшими количественными и качественными показателями, чем под пологом древостоев. Показатели подроста под пологом осушаемых и неосушаемых (контроль) древостоев отличаются не существенно.

ГЛАВА 7. ВЛИЯНИЕ ОСУШЕНИЯ НА ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЕВ И НА ВЫРУБКАХ

В первые 6 лет осушения под пологом древостоя общая фитомасса ЖНП увеличилась в 2,4 раза с 63,52 г/м² до 153,30 г/м², за счет развития всех видов травяно-кустарничкового яруса [Иматова, 1997].

На сплошной вырубке-2 (В-2) фитомасса ЖНП в 1,5 раза больше, чем под пологом древостоя и в 2,6 раз – чем на неосушаемом болоте. Увеличение фитомассы после рубки древостоя произошло, в основном, за счет разрастания осоки (мезогигрофит), голубики, брусники (мезоксерофит), клюквы (ксерофит) и мирта болотного (мезогигрофит) [Иматова, 1997].

В результате проведенных исследований установлено, что после 20-летнего периода осушения видовой состав ЖНП представлен следующими видами: осока шаровидная (*Carex globularis* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.), морошка (*Rubus chamaemorus* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубика (*Vaccinium*), клюква (*Oxycoccus* Hill), сфагнум узколистный (*Sphagnum angustifolium* (Russ.) C. Yens), кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.). На вырубках кроме указанных выше видов встречается мирт (*Chamaedaphne caliculata* L.).

Багульник, брусника, голубика, клюква и на вырубках и под пологом древостоев имеют обилие в среднем 10 – 20%. У осоки, морошки и мхов обилие под пологом древостоя составило от 30 до 40%. На вырубках осока, морошка и кукушкин лен имеют обилие 3 – 5%, мирт – 30 – 40% и сфагнум – 50 – 60%.

В целом, на 20-й год осушения фитомасса ЖНП увеличилась, по сравнению с данными до осушения, под пологом древостоя на 97,8 г/м² (170%), а на вырубках, по сравнению с данными на 6 год осушения, на 116,6 г/м² (151%). Это произошло, в основном, за счет усиления роста и развития мезофитов и ксерофитов. Выявлено, что с уменьшением межканального расстояния рост и развитие этих видов ЖНП усиливаются. С увеличением расстояния между каналами закономерно повышается фитомасса гигрофитов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате проведенных исследований установлено, что осушение ведет к существенной трансформации гидрологического режима. Под пологом древостоев в вегетационный период на середине межканального пространства в зависимости от расстояния между каналами уровень ПГВ колеблется от 29,2 до 36,8 см, с нормой осушения от 33 до 66%. Более благоприятный гидрологический режим обеспечивается при расстояниях между каналами 164 – 172 м. Уровень ПГВ на вырубках всегда выше, чем под пологом древостоев: в вегетационный период на 2 – 4 см, в зимний на 31 – 50 см.

Осушение улучшает водно-физические и агрохимические показатели торфа. Особенно это заметно в варианте опыта с расстоянием между каналами 172 м. В пределах осушаемой территории лесорастительные свойства торфа под пологом древостоев и на вырубке различны. Торф на вырубках содержит больше зольных веществ (в среднем на 61%), имеет большую (на 0,01 г/см³) объемную и удельную массу и пористость (1,7%).

Влияние осушения на увеличение прироста деревьев по диаметру проявляется лишь в начале 2-го пятилетия. Кульминация положительной динамики прироста, связанной с осушением, наблюдается на 12 – 13 год. Лучший рост деревьев по диаметру за 20-летний период выявлен при расстояниях между каналами 164 – 172 м, обеспечивающих наиболее благоприятный гидрологический режим. На динамику прироста помимо уровня ПГВ, существенное влияние оказывает возраст деревьев.

Первые этапы лесовозобновления на осушаемой территории протекают достаточно успешно. Количество всходов под пологом древостоев составляет в среднем 16,2 тыс. экз./га. На 20-й год осушения здесь количество жизнеспособного подроста (исключительно соснового) составляет от 0,01 до 1,63 тыс. экз./га. (в среднем 0,64 тыс. экз./га). Большая его часть имеет высоту от 0,51 до 1,00 м.

На вырубках жизнеспособного подроста значительно больше: от 3,6 до 8,1 тыс. экз./га. Он характеризуется смешанным составом, имеет более сложную возрастную и высотную структуру.

Подрост на вырубках по сравнению с подростом под пологом древостоев отличается более высокими темпами роста в высоту, имеет более развитую и глубокую корневую систему и характеризуется большей фитомассой.

Под влиянием осушения происходит существенное изменение видового состава и фитомассы ЖНП. На 20-й год осушения фитомасса ЖНП увеличилась под пологом осушаемых древостоев на 97,8 г/м², а на вырубках – на 116,6 г/м². Это произошло в основном за счет усиления роста и развития мезофитов и ксерофитов.

В целом длительные наблюдения за уровнем ПГВ и результаты оценки реакции древостоев на исследуемом объекте позволяют при осушении аналогичных лесоболотных биогеоценозов считать оптимальными расстояния между каналами 164 – 172 м. Однако даже в интенсивно осушаемой зоне повышение роста и продуктивности чистых одновозрастных сосняков высокого возраста (110 лет и более) не столь значительно и не имеет большого хозяйственного значения. В то же время лесовозобновление на осушаемых вырубках протекает значительно успешнее, чем под пологом древостоев. Поэтому в подобных насаждениях целесообразно назначить сплошную рубку древостоев. После рубки для формирования насаждений с оптимальным составом и густотой необходим своевременный уход за формирующимися молодняками. Первый прием рубок ухода целесообразно проводить уже через 10 лет после рубки древостоя, так как на вырубках хвойный подрост начинает угнетаться лиственным.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Солнцев, Р.В.** Динамика уровня почвенно-грунтовых вод (пгв) на осушенных сфагновых болотах / А.С. Чиндяев, Р.В. Солнцев // Материалы II всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2006. – Ч. 2. – С. 84 – 87.

2. **Солнцев, Р.В.** Динамика и обеспеченность уровня почвенно-грунтовых вод на осушаемых сфагновых болотах в подзоне южной тайги / А.С. Чиндяев, Р.В. Солнцев // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан: Сборник научных статей; Отв. ред. А.Х. Газизулин. – Казань: Казанский гос. ун-т им. В.И. Ульянова-Ленина, 2006. – Вып. 2. – С. 271 – 274.

3. **Солнцев, Р.В.** Особенности сезонного формирования прироста по высоте подроста сосны и ели на вырубках / А.С. Чиндяев, Р.В. Солнцев // Урал промышленный - Урал полярный: социально-экономические и экологи-

гические проблемы лесного комплекса: матер. VI Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2007. – С. 354 – 357.

4. **Солнцев, Р.В.** Особенности снегонакопления в еловых древостоях на осушенных низинных болотах Среднего Урала / А.С. Чиндяев, А.В. Порошилов, Р.В. Солнцев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. III всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2007. – Ч. 2. – С. 154 – 157.

5. **Солнцев, Р.В.** Численно-высотная структура подроста естественного возобновления на 18-летних сплошных вырубках осушаемого сосняка сфагнового в условиях Среднего Урала / А.С. Чиндяев, Р.В. Солнцев // Научное творчество молодежи - лесному хозяйству России: матер. IV всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2008. – Ч. 2. – С. 241 – 244.

6. **Солнцев, Р.В.** Динамика лесовозобновления на сплошных вырубках осушаемого сосняка сфагнового на Среднем Урале / Р.В. Солнцев // Аграрный вестник Урала, 2008. – № 3 (44). – С. 77 – 81.

7. **Солнцев, Р.В.** Реакция соснового древостоя и трансформация свойств лесоболотного торфа на экстенсивное осушение сфагнового болота в условиях Среднего Урала / Р.В. Солнцев, А.Н. Гулин // Аграрный вестник Урала, 2010. – № 1 (67). – С. 72 – 74.

8. **Солнцев, Р.В.** Динамика показателей нижнего яруса древостоя под воздействием осушения и сплошной вырубки древостоя /

А.С. Чиндяев , Р.В. Солнцев, З.Я. Нагимов // Технические науки – от теории к практике: Сборник статей по матер. XXXIV междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. – № 5 (30). – С. 142 – 150.

9. **Солнцев, Р.В.** Влияние осушительной мелиорации на режим почвенно-грунтовых вод и прирост деревьев сосны по диаметру /

А.С. Чиндяев , Р.В. Солнцев, З.Я. Нагимов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/119-14562>

Подписано в печать 22.12.14 Объем 1 авт.л. Заказ № _____. Тираж 100. 620100 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». Отдел оперативной полиграфии.

